

# **Universal joint has two bearing parts, circle arc guide bearings and rotates in two or three axial directions**

**Publication number:** DE19950358 (A1)

**Publication date:** 2000-04-20

**Inventor(s):** NASHIKI MASAYUKI [JP]; MASUSHITA TETSUYA [JP]; NAKAGAWA MASAO [JP]; WATANABE SHIGE HARU [JP] +

**Applicant(s):** OKUMA MACHINERY WORKS LTD [JP] +

**Classification:**



- international: **F16C11/04; F16C11/06; F16C11/04; F16C11/06;** (IPC1-7): F16C11/06

- European: F16C11/06

**Application number:** DE19991050358 19991019

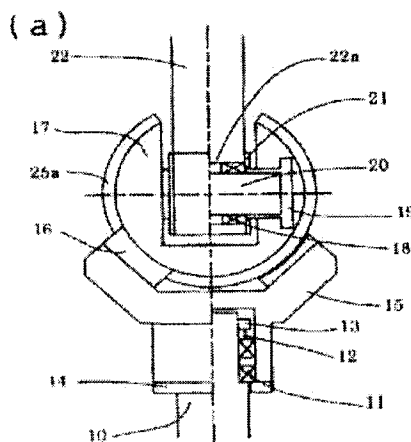
**Priority number(s):** JP19980297006 19981019; JP19990084676 19990326

**Also published as:**

 JP2000192942 (A)  
 US6368222 (B1)

## **Abstract of DE 19950358 (A1)**

The universal joint rotates in two axial directions by means of two bearing parts (11,18) which have coincident rotational centers and rotational axes at right angles to each other. At least one (18) of the two bearing parts has a circle-arc guide bearing (16,25a) in the form of a circle arc roller bearing. The universal joint may rotate in three directions.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 50 358 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**F 16 C 11/06**

⑳ Aktenzeichen: 199 50 358.3  
㉔ Anmeldetag: 19. 10. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 20. 4. 2000

DE 199 50 358 A 1

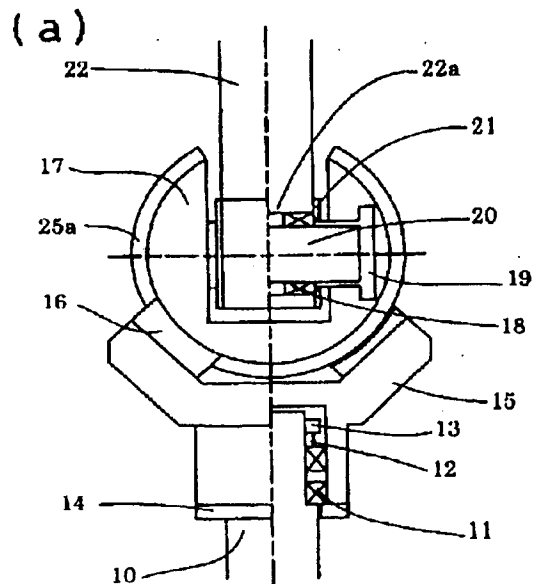
③① Unionspriorität:  
10-297006 19. 10. 1998 JP  
11-084676 26. 03. 1999 JP  
⑦① Anmelder:  
Okuma Corp., Nagoya, Aichi, JP  
⑦④ Vertreter:  
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

⑦② Erfinder:  
Nashiki, Masayuki, Aichi, JP; Masushita, Tetsuya,  
Aichi, JP; Nakagawa, Masao, Aichi, JP; Watanabe,  
Shigeharu, Aichi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Universalgelenk und Maschine vom Parallelvorrichtungstyp mit einem solchen Gelenk

⑤⑦ Es wird ein Universalgelenk mit zwei oder mit drei Rotationsfreiheitsgraden angegeben, das eine geringe Größe, eine hohe Steifigkeit und eine zufriedenstellende Präzision hat. Ein Ende eines ersten Knotenpunkts (10) ist mit einer Basis (15) über ein Wälzlager (11) verbunden. Eine Vielzahl von Kreisbogenführungslagern (16) ist in Positionen gegenüber der Mittellinie des ersten Knotenpunkts (10) gegenüber der Basis (15) angeordnet. Eine Kreisbogenschiene (25a), die um eine zylindrische Basis (15) herum ausgebildet ist, ist mit den Kreisbogenführungslagern (16) in Eingriff. Eine Achse ist in einer Richtung des Durchmessers angeordnet, der durch den Mittelpunkt des Kreisbogens der Kreisbogenschiene (25a) der zylindrischen Basis (15) geht. Ein zweiter Knotenpunkt (22) ist über ein Wälzlager (18) mit der Achse so verbunden, daß das Rotationszentrum auf der Rotationsachse der Basis liegt.



DE 199 50 358 A 1

Die Erfindung betrifft ein Universalgelenk mit zwei Rotationsfreiheitsgraden oder drei Rotationsfreiheitsgraden sowie eine Maschine vom Parallelvorrichtungstyp, die ein solches Universalgelenk aufweist.

Kugelgleitlager und Wälzlager sind als Universalgelenke bekannt, die drei Rotationsfreiheitsgrade haben. Fig. 7 zeigt schematisch die Konstruktion eines Kugelgleitlagers, das einen Knotenpunkt 1 mit einem Ende hat, mit dem eine halbkugelförmige Schale 2 verbunden ist.

Eine Kugel 4, mit der ein Knotenpunkt 5 verbunden ist, ist derart in die Schale 2 eingepaßt, daß eine Trennung der Kugel 4 durch eine Abdeckung 3 verhindert wird. Eine Neigung der Kugel 4 ist in jeder Richtung innerhalb der Schale 2 in einem bestimmten Bereich möglich. Infolgedessen dient das Kugelgleitlager als Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden.

Als gleichartiges Kugelgleitlager ist ein gegabeltes Kugelgleitlager bekannt, bei dem jeder Knotenpunkt gegabelt ist.

Fig. 8 zeigt schematisch die Konstruktion des gegabelten Kugelgleitlagers. Ebenso wie bei dem Kugelgleitlager ist ein Knotenpunkt 1 mit einer Schale 2 verbunden.

Ein Knotenpunkt 8 ist mit der linken Halbkugel 6 verbunden, während ein Knotenpunkt 9 mit der rechten Halbkugel 7 verbunden ist. Die beiden Halbkugeln 6 und 7 sind ähnlich wie die Kugel 4 des oben angegebenen Kugelgleitlagers von der Schale 2 und einer Abdeckung 3 gehalten.

Durch die vorstehend angegebene Konstruktion ist jede der beiden Halbkugeln 6 und 7 imstande, sich senkrecht zu ihrer Ebene und um eine Achse zu drehen, die durch den Mittelpunkt des Kreises geht. Daher können die in der Schale 2 gehaltenen Halbkugeln 6 und 7 in jeder Richtung geneigt werden.

Wie oben beschrieben, ist das gegabelte Kugelgleitlager imstande, ebenso wie das vorher angesprochene Kugelgleitlager als Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden zu arbeiten.

Fig. 6 zeigt ein Bearbeitungswerkzeug vom Parallelvorrichtungstyp, das ein Universalgelenk der vorstehenden Art verwendet. Die Parallelvorrichtung ist eine Vorrichtung mit einer Vielzahl von Verbindungsgliedern, die ein bewegbares Element und ortsfeste Elemente miteinander verbinden.

So kann die Parallelvorrichtung die Position und die Haltung des bewegbaren Elements steuern. Es gibt viele verschiedene Arten von Maschinen, wie etwa Werkzeugmaschinen, Industriemaschinen und Roboter, die jeweils eine vorgenannte Vorrichtung enthalten. In Fig. 6 bezeichnen 36 und 37 Universalgelenke, von denen jedes das in Fig. 7 gezeigte Universalgelenk ist.

Die Zahl der Universalgelenke 37 ist gleich der Anzahl der Verbindungsglieder (Knotenpunkte) 38. Es ist zu beachten, daß manchmal eine Konstruktion verwendet wird, bei der ein Universalgelenk 37, das ein in Fig. 8 gezeigtes Universalgelenk ist, für zwei Verbindungsglieder (Knotenpunkte) 38 vorgesehen ist.

Das vorgenannte Universalgelenk, das einfach aufgebaut ist, hat den Nachteil einer lockeren Verbindung, einer unzureichenden Präzision und einer ungenügenden Steifigkeit, weil das angegebene Universalgelenk ein Gleitlager ist. Noch nachteiliger ist das Problem, daß aufgrund von sehr starker Reibung sehr leicht Wärme erzeugt wird. Die Konstruktion des vorstehenden Universalgelenks, bei der die Kugeln fixiert sind, hat einen unbefriedigend engen Bewegungsbereich.

Andererseits kann ein Wälzlager eine Lockerheit oder lockere Verbindung verhindern, wenn auf das Wälzlager

vorher ein Druck aufgebracht wird. Infolgedessen können die Präzision verbessert und die Steifigkeit erhöht werden. Ferner kann Reibung vermindert werden, und daher kann das Problem der Wärmeerzeugung vermieden werden.

Es ist daher ein Universalgelenk bekannt, das entsprechend Fig. 9 aufgebaut ist und drei Rotationsfreiheitsgrade hat. Das Universalgelenk gemäß Fig. 9 ist gebildet durch die Kombination aus drei Wälzlager als Ersatz für das Kugelgleitlager. Das obige Universalgelenk leidet unter dem Problem eines engen Bewegungsbereichs und der Notwendigkeit, daß es entsprechend groß sein muß, wenn Steifigkeit erwünscht ist. Bei der in Fig. 9 gezeigten Konstruktion ist ein Wälzlager in einem Bereich, in dem ein Knotenpunkt 1 und eine U-förmige Basis 40 miteinander verbunden sind, in einem Bereich, in dem die U-förmige Basis 40 und ein viereckiger Drehrahmen 41 miteinander verbunden sind, und in Bereichen, in denen der Drehrahmen 41 und zwei Knotenpunkte 8 und 9 miteinander verbunden sind, angeordnet.

Die Maschine vom Parallelvorrichtungstyp mit dem in Fig. 7 oder in Fig. 8 gezeigten Universalgelenk weist ein Gleitlager auf. Daher können die für die Maschine geforderte Präzision und Steifigkeit nicht aufrechterhalten werden. Wenn man versucht, eine ausreichende Steifigkeit zu erhalten, muß das Gelenk größer gemacht werden. Noch nachteiliger ist, daß die unvermeidliche zu starke Reibung zu dem Problem führt, daß die erforderliche Standzeit nicht erhalten werden kann.

Auch ein Universalgelenk, das durch eine Kombination der Wälzlager gebildet ist, die jeweils in Fig. 9 gezeigt sind, weist das Problem eines engen Bewegungsbereichs auf, was aus dem unbefriedigend engen Bewegungsbereich des Gelenks resultiert. Ferner wird das Gelenk unerwünscht groß, wenn versucht wird, eine ausreichend hohe Steifigkeit zu erhalten.

Wenn das Gelenk größer gemacht wird, stellt sich das Problem ein, daß die ursprüngliche Charakteristik des Bearbeitungswerkzeugs vom Parallelvorrichtungstyp, nämlich daß das bewegbare Element ein leichtes Element ist, nicht verwirklicht werden kann, weil das in Fig. 6 gezeigte Universalgelenk so aufgebaut ist, daß das Universalgelenk 37 dem bewegbaren Element 39 benachbart angeordnet ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Universalgelenk mit zwei oder drei Rotationsfreiheitsgraden und mit einem großen Bewegungsbereich, mit hoher Steifigkeit, zufriedenstellender Präzision und mit geringer Größe anzugeben.

Ein weiteres Ziel ist es, eine Vorrichtung vom Parallelvorrichtungstyp mit einem Universalgelenk anzugeben, das geringe Größe, hohe Steifigkeit und einen großen Bewegungsbereich hat.

Zur Lösung der genannten Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ein Universalgelenk angegeben, das folgendes aufweist: zwei Lagerbereiche, um eine Rotation des Universalgelenks in zwei Axialrichtungen zu ermöglichen, wobei die Rotationszentren der beiden Lagerbereiche im wesentlichen zusammenfallen, wobei die Lagerbereiche Rotationsachsen haben, die zueinander im wesentlichen senkrecht sind, und wobei wenigstens einer der beiden Lagerbereiche ein Kreisbogenführungslager ist.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Universalgelenk angegeben, das folgendes aufweist: drei Lagerbereiche, um eine Rotation des Universalgelenks in drei Richtungen zu ermöglichen, wobei zwei Lagerbereiche in zwei der drei Axialrichtungen Rotationszentren haben, die im wesentlichen zusammenfallen, wobei wenigstens der eine oder der andere der beiden Lagerbereiche ein Kreisbogenführungslager ist und wobei der Lagerbereich in der verbleibenden der drei Achsen eine Rotationsachse hat, die im

wesentlichen durch die Rotationszentren der beiden Achsen geht und zu den beiden Achsen im wesentlichen senkrecht ist.

Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Universalgelenk angegeben, das eine Konstruktion gemäß dem ersten oder dem zweiten Aspekt hat und ferner folgendes aufweist: einen gegabelten Verbindungsgliedmechanismus, der mit dem Lagerbereich oder dem Kreisbogenführungslager verbunden ist, wobei es Rotationszentren hat, die miteinander im wesentlichen zusammenfallen.

Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung wird ein Universalgelenk mit einer Konstruktion nach einem der ersten bis dritten Aspekte angegeben, bei dem das Kreisbogenführungslager ein Kreisbogenwälzlager ist.

Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung wird eine Maschine vom Parallelvorrichtungstyp angegeben, die ein Universalgelenk nach einem der ersten bis vierten Aspekte aufweist.

Die Erfindung wird nachstehend, auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile, anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

**Fig. 1** ein Universalgelenk gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, wobei **Fig. 1(a)** eine Vorderansicht und **Fig. 1(b)** eine Seitenansicht ist;

**Fig. 2** eine zweite Ausführungsform der Erfindung, wobei **Fig. 2(a)** eine Vorderansicht und **Fig. 2(b)** eine Seitenansicht ist;

**Fig. 3** Einzelheiten von dem in den **Fig. 1** und **2** gezeigten Kreisbogenführungslager, wobei **Fig. 3(a)** eine Seitenansicht und **Fig. 3(b)** eine Querschnittsansicht ist;

**Fig. 4** eine andere Ausführungsform des Kreisbogenführungslagers, wobei **Fig. 4(a)** eine Konstruktion mit Rollen und **Fig. 4(b)** eine Konstruktion mit Gleitanordnung zeigt;

**Fig. 5** ein gegabeltes Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden, wobei **Fig. 5(a)** eine Vorderansicht und **Fig. 5(b)** eine Seitenansicht ist;

**Fig. 6** eine Perspektivansicht, die die Gesamtform eines Bearbeitungswerkzeugs vom Parallelvorrichtungstyp zeigt;

**Fig. 7** eine Vorderansicht, die ein herkömmliches Universalgelenk mit Kugelgleitlager zeigt;

**Fig. 8** eine Vorderansicht, die ein herkömmliches Universalgelenk mit einem gegabelten Kugelgleitlager zeigt; und

**Fig. 9** eine Vorderansicht, die ein herkömmliches Universalgelenk zeigt, das drei Rotationsfreiheitsgrade hat und durch eine Kombination von Wälzlager gebildet ist.

Nachstehend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

**Fig. 1** zeigt eine Ausführungsform eines Universalgelenks. Dabei bezeichnet **10** einen ersten Knotenpunkt **10**, der folgendes aufweist: ein Wälzlager **11**, das an seinem Vorderende angeordnet ist; einen Kragen **12** zum Einstellen des äußeren Drucks des Wälzlagers **11**; und eine Mutter **13** zum Festlegen eines Innenrings.

Der erste Knotenpunkt **10** ist mit einer Basis **15** verbunden, die mit einer keilförmigen Anlauffläche ausgebildet ist, und der erste Knotenpunkt **10** ist mittels einer Druckabdeckung **14** befestigt, um einen Außenring des Wälzlagers **11** zu befestigen. Somit ist der erste Knotenpunkt **10** in bezug auf die Basis **15** drehbar verbunden. Das heißt, die Basis **15** ist imstande, sich um die Mittelachse des ersten Knotenpunkts **10** zu drehen.

Die Basis **15** weist eine Vielzahl von Kreisbogenführungslagern **16** auf, die an der oberen Oberfläche gegenüber von der Oberfläche ausgebildet sind, mit der der erste Knotenpunkt **10** verbunden ist. Eine Kreisbogenschiene **25a**, die um eine zylindrische Basis **17** herum angeordnet ist, die zu

einer im wesentlichen zylindrischen Gestalt geformt ist, ist mit den Kreisbogenführungslagern **16** in Eingriff.

Durch die Anwendung der vorstehend angegebenen Konstruktion gleitet die Kreisbogenschiene **25a** in den Kreisbogenführungslagern **16**. Somit kann sich die zylindrische Basis **17** so drehen, daß der Mittelpunkt des Kreisbogens als der Rotationszentrum wirkt.

Daraus folgt, daß die zylindrische Basis **17** imstande ist, sich in einer Ebene zu drehen, die zu der Rotationsebene der Basis **15** senkrecht ist. Es ist zu beachten, daß der Rotationsmittelpunkt der zylindrischen Basis **17** so ausgebildet ist, daß er eine Position im wesentlichen auf der Rotationsachse der Basis **15** ist.

Ein zweiter Knotenpunkt **22** ist so ausgebildet, daß an einem Ende des zweiten Knotenpunkts **22** eine Öffnung **22a** ausgebildet ist, wobei die Öffnung **22a** in einer zu der Mittelachse des zweiten Knotenpunkts **22** senkrechten Richtung gebildet ist. Ein Wälzlager **18** ist in die Öffnung **22a** eingebracht. Druckabdeckungen **21**, die an den beiden Enden der Öffnung **22a** angeordnet sind, sichern das Wälzlager **18**.

Eine Achse **20** ist in die Öffnung **22a** eingesetzt. Die beiden Enden der Achse **20** sind an der zylindrischen Basis **17** durch ein Druckelement **19** so befestigt, daß die beiden Enden an dem Rotationsmittelpunkt der zylindrischen Basis **17** positioniert sind. Somit ist der zweite Knotenpunkt **22** imstande, sich in bezug auf die zylindrische Basis **17** zu drehen.

Wie vorstehend beschrieben, sind die Rotationsachse des Wälzlagers **11**, der Kreisbogenmittelpunkt der Kreisbogenführungslager **16** und die Rotationsachse des Wälzlagers **18** so ausgebildet, daß sie im wesentlichen in einem Punkt zueinander senkrecht sind. Ferner sind die Rotationszentren der Kreisbogenführungslager **16** und des Wälzlagers **18** so vorgesehen, daß sie im wesentlichen miteinander zusammenfallen.

Infolgedessen kann ein Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden verwirklicht werden, das ähnlich dem Kugelgleitlager arbeitet. Im Vergleich mit einem Universalgelenk, das durch eine Kombination aus drei Wälzlager gebildet ist, ist ein größerer Bewegungsbereich möglich. Somit kann die Größe verringert werden. Wenn auf jedes der Lager eine Vorspannung aufgebracht wird, kann die Steifigkeit erhöht und die Präzision verbessert werden.

Als Alternative zu dem Wälzlager **11** kann eine Konstruktion verwendet werden, bei der der erste Knotenpunkt **10** und die Basis **15** entweder direkt miteinander verbunden oder integral miteinander verbunden sind. Eine andere Konstruktion kann verwendet werden, bei der der zweite Knotenpunkt **22** und die zylindrische Basis **17** direkt miteinander verbunden oder miteinander integral derart verbunden sind, daß das Wälzlager **12** nicht verwendet wird. Jede dieser Konstruktionen verwendet zwei Rotationsachsen, so daß ein Universalgelenk mit zwei Rotationsfreiheitsgraden erhalten werden kann.

Zwei Kreisbogenführungslager können verwendet werden, um ein Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden zu verwirklichen, wie **Fig. 2** zeigt. Das Universalgelenk von **Fig. 2** weist eine kugelförmige Basis **24** mit Kreuzquerschnitt auf, die als Ersatz für die in **Fig. 1** gezeigte zylindrische Basis **17** dient. Die kugelförmige Basis **24** hat eine zweite Kreisbogenschiene **25b**, die senkrecht zu der Kreisbogenschiene **25** angeordnet ist.

Die zweite Kreisbogenschiene **25b** ist in einer Längsrichtung angeordnet, die senkrecht zu der zylindrischen Kreisbogenschiene **25a** ist, die mit den Kreisbogenführungslagern **16** zum Gleiten in Eingriff ist. Ein Kreisbogenführungslager **23** ist mit der zweiten Kreisbogenschiene **25b** verbunden. Ein zweiter Knotenpunkt **22** erstreckt sich von

dem Kreisbogenführungslager 23.

Durch die Verwendung der vorstehenden Konstruktion ist der zweite Knotenpunkt imstande, sich so zu drehen, daß der Mittelpunkt des Kreisbogens des Kreisbogenführungslagers 23 als Rotationsmittelpunkt dient. Ferner kann sich die kugelförmige Basis 24 so drehen, daß das Zentrum des Kreisbogens der Kreisbogenführungslager 16, das im wesentlichen derselbe Punkt wie das Zentrum des Kreisbogens des Kreisbogenführungslagers 23 ist, als Rotationszentrum dient. Infolgedessen kann ein Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden verwirklicht werden.

Wenn der erste Knotenpunkt 10 und die Basis 15 direkt miteinander verbunden oder miteinander integriert sind, ohne daß das Wälzlager verwendet wird, das zwischen dem ersten Knotenpunkt 10 und der Basis 15 angeordnet ist, werden zwei Rotationsachsen verwirklicht. Somit kann ein Universalgelenk mit zwei Rotationsfreiheitsgraden erhalten werden.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel der Kreisbogenführungslager 16 und 23. Wie Fig. 3 zeigt, sind in einem Kreisbogenblock 26, der eine im Querschnitt U-förmige Anlaufseite hat, zwei Längsnuten 26a und zwei Quernuten 26a ausgebildet. Eine Vielzahl von Kugeln 27 ist in die genannten Nuten 26a eingesetzt, so daß eine Zirkulation der Kugeln 27 ermöglicht wird.

Vier Nuten 25c sind in einer Kreisbogenschiene 25 an Positionen, die den Nuten 26a entsprechen, ausgebildet. Die Kugeln 27 werden von der Kreisbogenschiene 25 so geführt, daß sie umlaufen, während die Kugeln 27 sich abwälzen, wenn der Kreisbogenblock 26 bewegt wird.

Das heißt, das Kreisbogenführungslager 16 hat eine Konstruktion, die durch Ausbilden eines direkt angetriebenen Führungslagers zu einem Kreisbogen erhalten wird. Da ein vorheriges Aufbringen von Druck möglich ist, kann die Lockerheit vermindert, die Präzision verbessert und die Steifigkeit erhöht werden.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel der Kreisbogenführungslager 16. Fig. 4(a) zeigt eine Konstruktion, bei der eine Vielzahl von Rollen 30 an der Innenseite des Kreisbogenblocks 29 angeordnet ist, um die Kreisbogenschiene 28 zu führen. Fig. 4(b) zeigt ein Beispiel einer Konstruktion, bei der eine Gleitbewegung zum Führen der Kreisbogenschiene verwendet wird.

Es kann ein Kreisbogenführungslager mit einfacher Konstruktion, das die Kugeln und Rollen nicht aufweist und mit Gleitbewegung arbeitet, gebildet werden. In der Zeichnung bezeichnet 31 eine Kreisbogenschiene, und 32 ist ein Kreisbogenblock. Diese Konstruktion, die die Gleitführung verwendet, weist das Problem auf, daß eine zu starke Reibung auftritt, so daß leicht Wärme erzeugt wird.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel eines Universalgelenks mit zwei zweiten Knotenpunkten 22, die jeweils in Fig. 2 gezeigt sind und deren Funktion ähnlich wie die des gegabelten Kugelleitlagers ist. 33 und 34 sind Knotenpunkte, die durch Teilung eines Knotenpunkts 22 erhalten werden. Die beiden Knotenpunkte 33 und 34 können voneinander unabhängig rotieren.

Da Teilungsbereiche 33a und 34a gebildet sind, kann eine Überlappung der Knotenpunkte 33 und 34 ohne weiteres verhindert werden. Somit kann ein großer Bewegungsbereich verwirklicht werden. Im vorstehenden Fall hemmt eine Rotation um das Kreisbogenführungslager nicht die Bewegungen der beiden Knotenpunkte. Daher kann ein sehr großer Bewegungsbereich realisiert werden.

In Fig. 6 ist ferner ein Bearbeitungswerkzeug vom Parallelvorrichtungstyp gezeigt, das die oben angegebenen Universalgelenke aufweist. Die Gelenke 36 und 37 müssen ebenso wie das Kugelleitlager drei Rotationsfreiheitsgrade

haben. Da das Universalgelenk eine geringe Größe, eine hohe Steifigkeit und einen sehr großen Bewegungsbereich hat, kann eine für das Bearbeitungswerkzeug ausreichende hohe Steifigkeit erhalten werden.

Ferner kann das Gewicht der bewegten Teile ausreichend verringert und der Bewegungsbereich vergrößert werden. Daher kann ein Bearbeitungswerkzeug realisiert werden, das ein sehr gutes Betriebsverhalten hat und die Charakteristiken der Parallelvorrichtung ausreichend zur Geltung bringt.

Fig. 6 zeigt zwar als Beispiel einer Maschine vom Parallelvorrichtungstyp eine sogenannte Stewart-Plattform mit sechs Freiheitsgraden, aber die Erfindung ist nicht auf das vorstehende Beispiel beschränkt. Die Erfindung umfaßt auch eine Konstruktion mit zwei Freiheitsgraden und eine Konstruktion mit drei Freiheitsgraden.

Wie oben beschrieben, werden gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung Kreisbogenführungslager verwendet, und die beiden Rotationsmittelpunkte sind im wesentlichen koinzident miteinander vorgesehen. Daher kann ein Universalgelenk mit zwei Rotationsfreiheitsgraden, geringer Größe und einem großen Bewegungsbereich erhalten werden. Wenn auf die Lager eine Vorspannung aufgebracht wird, kann eine Lockerheit bzw. Spiel verhindert werden, und hohe Steifigkeit und zufriedenstellende Präzision können realisiert werden.

Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung werden die Kreisbogenführungslager verwendet, und die drei Rotationsachsen sind im wesentlichen an einem Punkt zueinander senkrecht ausgebildet. Ferner sind die beiden Rotationsmittelpunkte im wesentlichen miteinander koinzident.

Daher kann ein Universalgelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden, geringer Größe und einem großen Bewegungsbereich erhalten werden. Wenn auf die Lager eine Vorspannung aufgebracht wird, kann eine Lockerheit bzw. ein Spiel verhindert werden, und hohe Steifigkeit und zufriedenstellende Präzision können verwirklicht werden.

Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung kann ein gegabelter Verbindungsgliedmechanismus angegeben werden, der zusätzlich zu den vorstehenden Eigenschaften einen sehr großen Bewegungsbereich aufweist.

Gemäß dem vierten Aspekt der Erfindung ist das Kreisbogenführungslager ein Wälzlager. Daher kann die Reibung vermindert und die Erzeugung von Wärme vermieden werden.

Gemäß dem fünften Aspekt der Erfindung werden Universalgelenke von jeweils geringer Größe, hoher Steifigkeit und großem Bewegungsbereich verwendet. Daher kann eine für die Maschine erforderliche, zufriedenstellende hohe Steifigkeit erzielt werden. Ferner kann das Gewicht von beweglichen Teilen hinreichend vermindert werden.

Außerdem kann der Bewegungsbereich vergrößert werden. Infolgedessen kann ein Bearbeitungswerkzeug realisiert werden, das ein sehr gutes Arbeitsverhalten unter Nutzung der Eigenschaften der Maschine vom Parallelvorrichtungstyp zeigt.

Die Erfindung ist zwar in ihrer bevorzugten Ausführungsform und Konstruktion im einzelnen erläutert, aber hinsichtlich der Einzelheiten der Konstruktion sowie der Kombination und Anordnung von Teilen sind zahlreiche Änderungen möglich.

#### Patentansprüche

1. Universalgelenk, **gekennzeichnet durch** zwei Lagerbereiche (11, 18), um eine Rotation des Universalgelenks in zwei Axialrichtungen zu ermöglichen, wobei die Rotationszentren der beiden Lagerbereiche

- (11, 18) miteinander im wesentlichen koinzident sind, wobei die Lagerbereiche Rotationsachsen haben, die im wesentlichen zueinander senkrecht sind, und wobei wenigstens der eine der beiden Lagerbereiche (18) ein Kreisbogenführungslager (16, 25a) aufweist. 5
2. Universalgelenk, gekennzeichnet durch drei Lagerbereiche (11, 25a, 25b), um eine Rotation des Universalgelenks in drei Richtungen zuzulassen, wobei zwei Lagerbereiche (25a, 25b) in zwei der drei Axialrichtungen Rotationszentren haben, die miteinander 10 im wesentlichen koinzident sind, wobei wenigstens einer der beiden Lagerbereiche ein Kreisbogenführungslager (16, 25a, 25b) ist, und wobei der Lagerbereich (11) in der verbleibenden der drei Achsen eine Rotationsachse hat, die im wesentli- 15 chen durch die Rotationszentren der beiden Achsen geht und zu den beiden Achsen im wesentlichen senkrecht ist.
3. Universalgelenk nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen gegabelten Verbindungsgliedmechanismus (33, 34), der mit dem Lagerbereich oder dem Kreisbogenführungslager verbunden ist und Rotationszentren hat, die miteinander im wesentlichen koinzident sind.
4. Universalgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 25 dadurch gekennzeichnet, daß das Kreisbogenführungslager ein Kreisbogenwälzlager ist.
5. Maschine vom Parallelvorrichtungstyp, dadurch gekennzeichnet, daß sie Universalgelenke nach einem der Ansprüche 1 bis 4 aufweist. 30

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

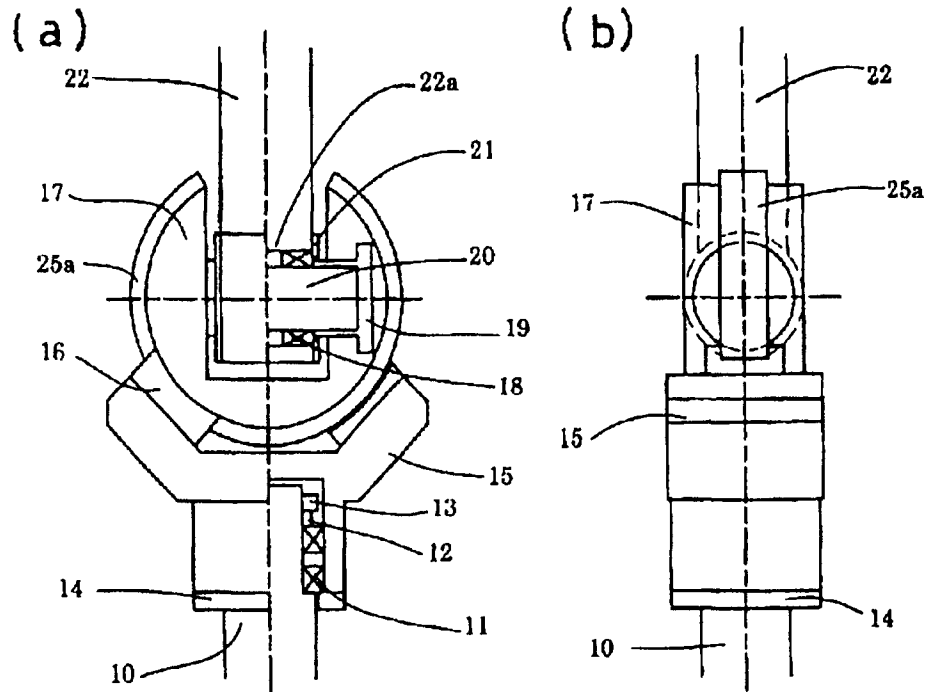


Fig. 2

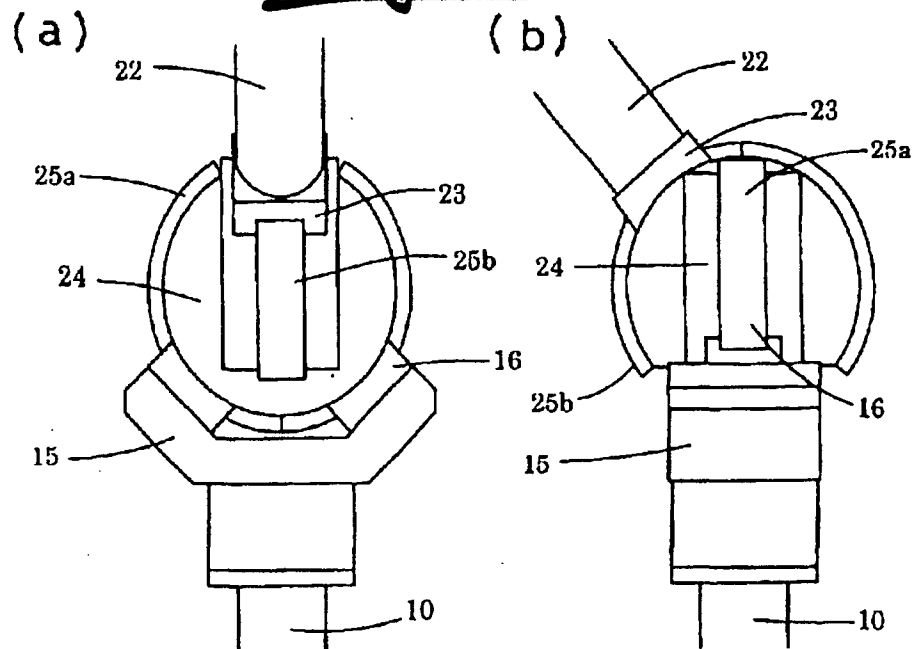
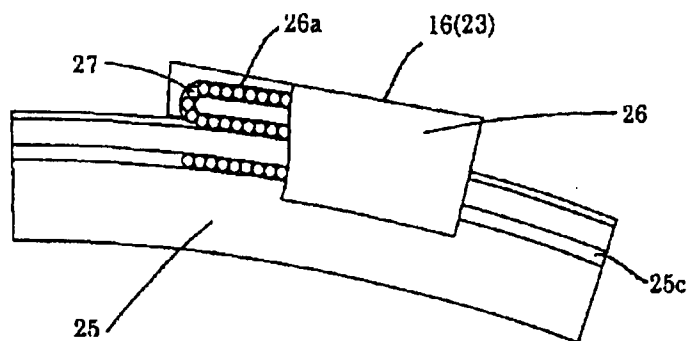




Fig. 3

(a)



(b)

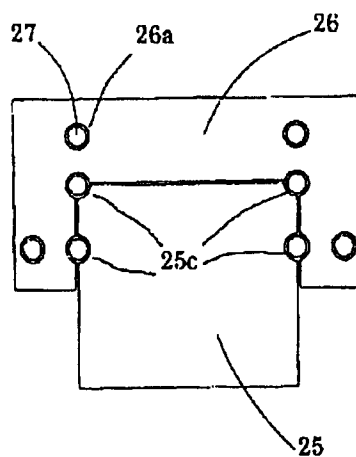
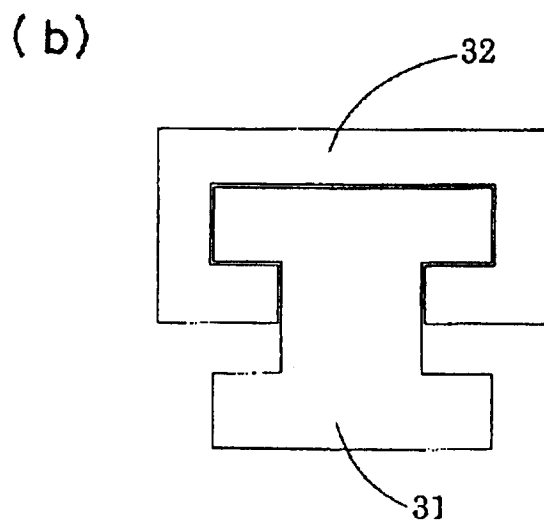
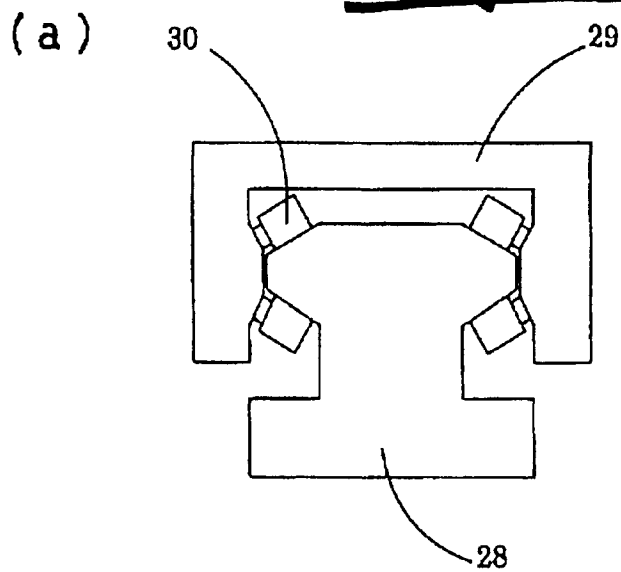
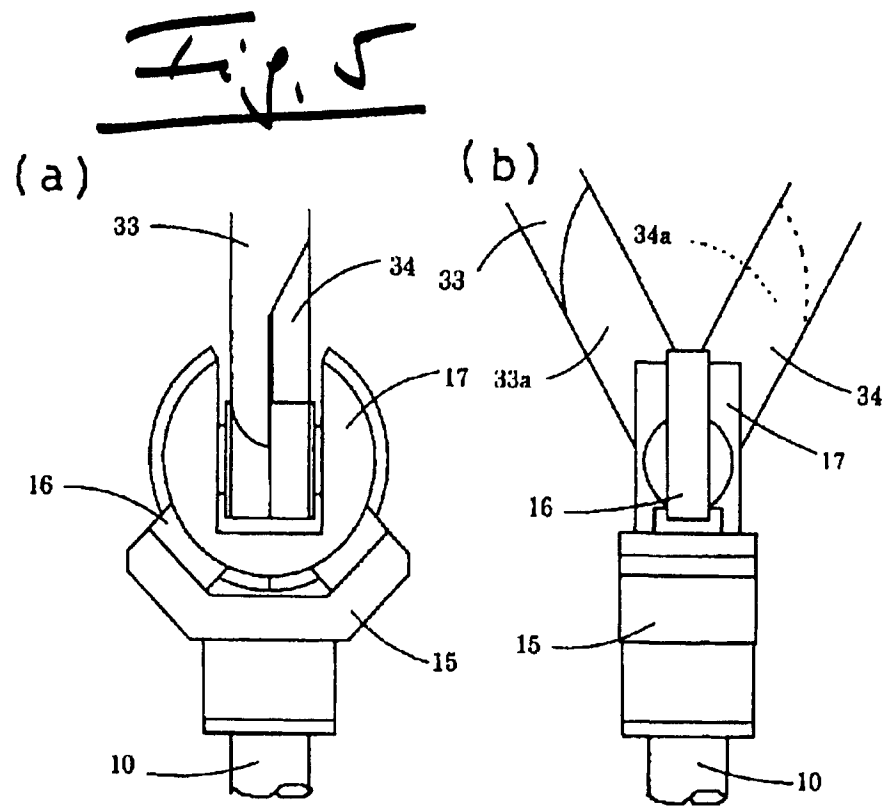


Fig. 4





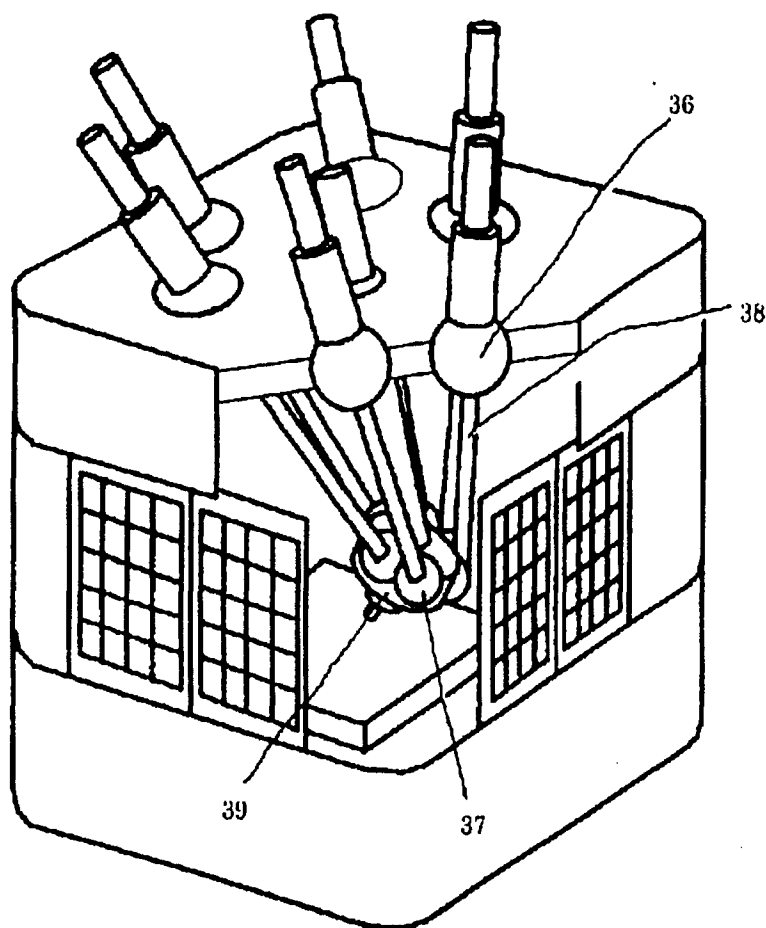


Fig. 6

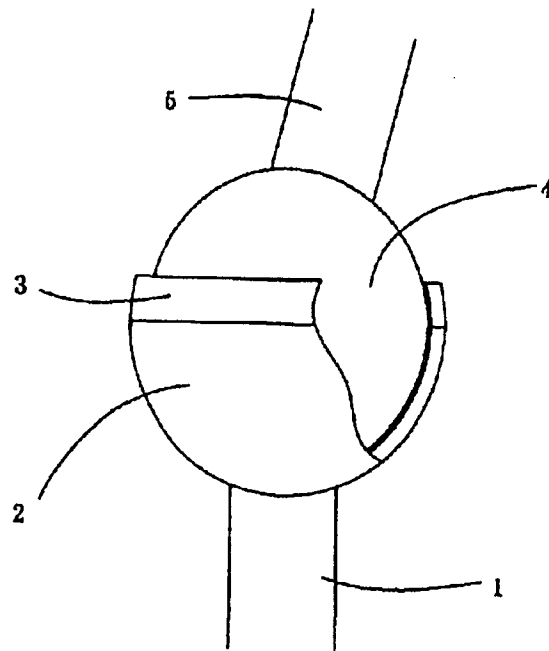


Fig. 7

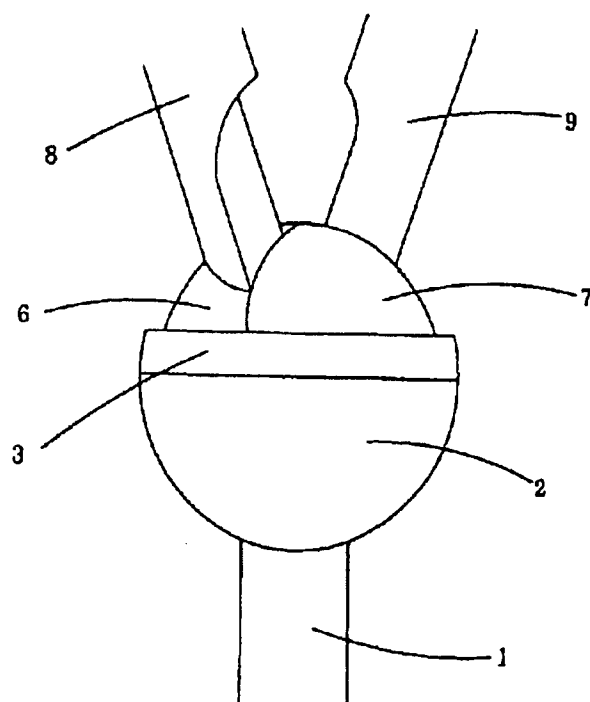


Fig. 8

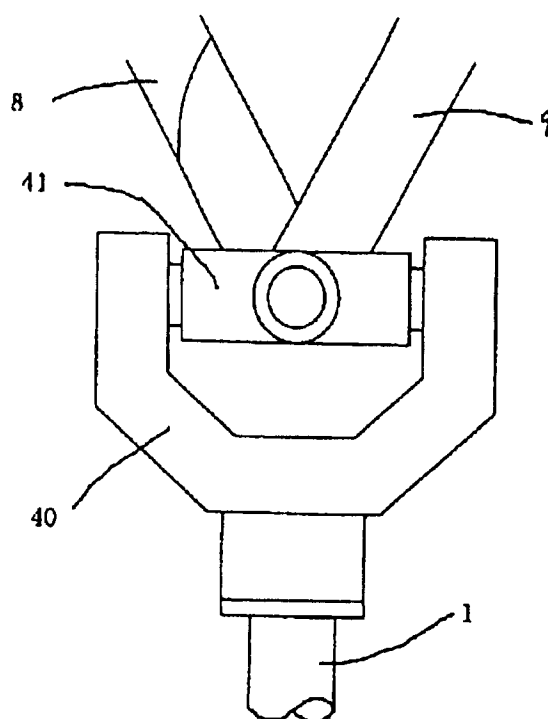


Fig. 9